LA STAMPA
Archivio Storico dal 1867
http://www.archiviolastampa.it/

Sulla dacia spaziale di Gorbaciov

LA STAMPA
Tutto scienze
settimanale di scienza e tecnologia
Anno 121 - Inserto reg. de LA STAMPA - N. 294 - Mercoledì 16 Dicembre 1987 - 296

Vita quotidiana sulla stazione spaziale sovietica MIR

Il menù dell'astronauta 3000 calorie in polvere

ADESSO, nelle questioni dello spazio, i russi sono alla ribalta. L'Europa (per bocca dei suoi ministri per la Ricerca scientifica) ha discusso all'Aia con qualche contrasto i piani dell'Esa per gli Anni 90 e gli americani lavorano duramente, ma con i piedi ancora a terra. I sovietici, invece, hanno già in orbita la loro stazione spaziale e sono in anticipo sul programma previsto.

La stazione spaziale russa è un complesso articolato, costituito dal veicolo di trasporto Soyuz (utilizzato per raggiungere la stazione e per i trasferimenti a terra del personale), il modulo abitato Mir che è l'abitazione degli astronauti, il modulo Kwant, laboratorio scientifico utilizzato per le osservazioni astronomiche, l'esecuzione di esperimenti, la produzione di sostanze in gravità ridotta. Completa il tutto Progress, un veicolo automatico per il rifornimento di carburante, viveri e materiale scientifico.

La stazione si complicherà nel tempo con l'aggiunta di nuovi elementi, probabilmente evolvendo verso una forma a croce, mentre adesso la sua struttura è longitudinale. Si prevede che il modulo Kwant possa modificarsi rapidamente per adeguarsi a nuove esigenze scientifiche: se non ci saranno cambiamenti, il programma sovietico prevede nei primi Anni 90 la fabbricazione nello spazio, su scala industriale, di prodotti medicinali.

La stazione spaziale sovietica è in orbita a 350 chilometri dalla Terra ormai dal febbraio del 1986. La sua gravità è ridotta quasi a zero perché anche a quell'altezza è compensata dalla forza centrifuga. Si trova praticamente in un vuoto abbastanza spinto, con escursioni termiche che vanno da -150°C all'ombra a +150°C al sole.

Ma come vivono gli astronauti la realtà di tutti i giorni nella loro dacia spaziale?

Per il fatto di essere in un'orbita bassa (cioè a meno di 500 chilometri) gli astronauti sono in parte protetti dalla radiazione cosmica dalle fasce di Allen che possono catturare elettroni e protoni o comunque particelle elementari cariche. Sulla Terra esiste in più la protezione dell'atmosfera.

L'energia necessaria alla loro vita, agli esperimenti, al funzionamento generale è fornita da pannelli solari orientati automaticamente verso il Sole. La potenza è dell'ordine di 10 kw e sarà aumentata in futuro. L'aria è di composizione chimica simile alla nostra e viene rinnovata e soprattutto di sali minerali che vengono persi dal corpo in quantità maggiore che sulla Terra.

Il sale e lo zucchero vengono tenuti in soluzione. Se si disperdessero come cristallini nella cabina costituirebbero un incoveniente grave per gli strumenti ma anche per l'equipaggio che potrebbe respirarli. L'acqua si beve da sacchettini di plastica per mezzo di una cannuccia. E' recuperata dall'umidità prodotta dai corpi degli astronauti (respirazione, traspirazione), filtrata e sterilizzata. Apparentemente è una cosa sgradevole, in realtà è forse migliore di quella fornita oggi da molti acquedotti. Anche l'urina potrebbe essere utilizzata, ma fino a oggi è stata considerata un rimedio estremo.

Circa metà dell'acqua è però trasportata sulla stazione da terra. Dato che l'acqua può spargersi come gocce nell'abitacolo e provocare danni, ci si lava con tovaglie umide, come si fa con i malati. La doccia (un lusso non è quotidiana, ma quindicinale o addirittura mensile, con uno strumento particolare a tenuta stagna che emette e riaccchia l'acqua. Anche gli americani, proprio in questi giorni, hanno messo a punto una doccia spaziale, costata 400.000 dollari e tre anni di ricerche. E' stata collaudata, per mancanza di altri vettori, in ripetuti voli parabolici di un aereo da Sue Eiley, una donna. Tutti i rifiuti della stazione vengono lasciati cadere nell'atmosfera e per attrito bruciano.

Il letto è un sacco legato a una parete e una buona ventilazione è necessaria perché chi dorme non tenda a essere soffocato dall'anidride carbonica emessa con la respirazione. Sulla stazione sono proibiti gli alcolici e le sigarette. Il pericolo d'incendio è minimo: un fiammifero acceso si spegne quasi subito perché il gas combusto non sale per convezione come sulla Terra, ma resta intorno alla fiamma e la soffoca. La ventilazione però induce qualche rischio.

Quando arrivano i rifornimenti gran baldoria con un po' di verdura fresca - Una doccia ogni 15 giorni sotto acqua riciclata

La ginnastica quotidiana è indispensabile agli astronauti che si servono di attrezzi progettati appositamente. Viene eseguito un costante controllo medico. Ciò esige anche la misura del peso. Ma come pesare l'astronauta se non ha praticamente più peso? Se il peso è andato a zero perché annullato dalla forza centrifuga è rimasta però tale e quale la sua massa. E allora si tratta di misurare la massa. Questo si può fare. Basta mettere l'astronauta su uno strumento speciale che possa vibrare. Ridotto nei termini più semplici l'apparecchio può essere assimilato a un dinamometro o più semplicemente ancora a una lamina elastica incastrata da una parte e una parete e libera dall'altra. Su questo apparecchio sufficientemente ampio viene fissato l'astronauta. Il sistema apparecchio-astronauta verrà fatto vibrare con un impulso e dalla frequenza della vibrazione si potrà risalire per mezzo di un equazione alla massa dell'uomo fissato all'apparecchio.

In realtà la cosa non è così semplice perché con lo strumento vibrerà per reazione anche l'astronave, ma i progettisti hanno certamente pensato a tutte queste e un bravo professore di meccanica razionale avrà in precedenza risolto le equazioni connesse ai problemi. Memorizzate nei termini più generali in un calcolatore potranno fornire il risultato desiderato (la massa dell'astronauta in una frazione di secondo, semplicemente premendo un pulsante. Un controllo periodico potrà così stabilire se l'astronauta è ingrassato, dimagrito o rimasto tale e quale.

Quando ci saranno tante stazioni spaziali e tanti astronauti cui controllare la massa, diventerà forse uso corrente la parola «massare».

Federico Bedarida

Il futuro dell'esplorazione spaziale

Uomini e robot complementari sull'alta frontiera

IL 1986 fu un anno nero per l'attività spaziale dell'Occidente: il 28 gennaio esplodeva la navetta *Challenger*, il 18 aprile fallivano il lancio del razzo vettore *Titan*; il 3 maggio era la volta dell'insuccesso del razzo vettore *Delta*; seguito, il 3 maggio, dal fallito lancio del razzo europeo *Ariane*.

Questi incidenti creavano lo scompiglio nei programmi spaziali dell'Occidente. L'autorevole pubblicazione *Jane's Space Flight Directory* attribuiva alla Nasa un ritardo di 19 anni nei confronti dell'Urss nel campo della utilizzazione pratica dello spazio.

In questo clima di disfatta sono riaffiorati gli interrogativi di sempre: l'Est e l'Ovest sono impegnati in un confronto spaziale oppure procedono indipendentemente? Abbiamo veramente bisogno di un programma spaziale affidato ai uomini o bastano macchine e robot?

In un articolo sulla rivista *Scientific American* il fisico americano Van Allen paragona alla «strage degli innocenti» la cancellazione di 17 programmi di ricerca spaziale che sono stati sacrificati perché occorrevano fondi per lo sviluppo dello *Shuttle*.

Lo *Shuttle* è costato finora 30 miliardi di dollari: il che produce un costo dell'ordine di 14.000 dollari per chilogrammo di carico utile messo in orbita: troppo dispendioso per avventure commerciali. Non sorprende perciò che nell'America dopo Challenger i sostenitori dei programmi spaziali non equipaggio umano vivano tempi difficili. Tuttavia recentemente questi sostenitori hanno ricevuto l'appoggio della «National Commission on Space» nominata dal presidente Reagan.

La commissione, in un rapporto intitolato «I nostri prossimi 50 anni nello spazio: proposte programmi ambizioni per riconquistare la supremazia agli Usa».

Questi programmi prevedono la stazione spaziale permanente in orbita intorno alla Terra, basi logistiche sulla Luna e l'esplorazione di Marte. Preventivo: 400 miliardi di dollari.

Cifre così possono far esitare anche i più entusiasti, specie se si tiene conto che una parte importante della spesa serve ad assicurare la presenza umana nello spazio. Perché ci si domanda se la presenza umana giustifica la spesa che comporta.

La risposta dipende in larga misura da ciò che si intende per convenienza. In senso strettamente commerciale è conveniente l'impresa che assicura un ritorno dell'investimento entro ragionevoli limiti di tempo. In questo senso il migliore esempio di tecnologia spaziale redditizia è offerto dai satelliti per le telecomunicazioni.

Altre due tecnologie promettenti sono i satelliti per telerilevamento (*remote-sensing*) e le applicazioni della microgravità. Il *remote sensing* consiste nell'esplorare mediante sensori di cui è corredato il satellite, la superficie della Terra al fine di ricavare informazioni che interessano l'agricoltura, le foreste, la geologia, la oceanografia, allo scopo di migliorare l'utilizzazione del territorio e di individuare giacimenti di petrolio e di minerali.

A sua volta, la condizione di microgravità a bordo dei veicoli spaziali può essere sfruttata per fabbricare materiali con caratteristiche non ottenibili sulla Terra, come per esempio creare cristalli perfetti di semiconduttori per impiego nei computer più avanzati.

Queste applicazioni possono, non il tempo, diventare economicamente valide. Sfortunatamente, però, non c'è la garanzia che la convenienza commerciale venga raggiunta.

La ricerca della conoscenza può di per se essere considerata una giustificazione per andare nello spazio. Ma la ricerca scientifica non è la sola motivazione della presenza umana nello spazio. Come è stato ripetutamente dimostrato durante le missioni Apollo, Skylab e più recentemente nelle missioni *Shuttle*, la presenza dell'uomo può rappresentare la differenza non solo tra il successo e il fallimento di un esperimento, ma fra il successo o il fallimento di una missione.

Il rambio, all'ultimo minuto del sito di alunaggio di *Apollo 11* il salvataggio della stazione spaziale *Skylab*, la riparazione del satellite *Solar Max* durante una missione dello Shuttle sono tre esempi. Con la sua presenza l'uomo può risolvere emergenze improvvise e svolgere attività imprevviste.

L'uomo per sua natura deve essere protetto dall'ambiente spaziale. Questo è il motivo per cui i programmi spaziali umani sono così costosi: perché richiedono protezione contro il vuoto, contro temperature estreme, contro le radiazioni. La sopravvivenza umana esige la precisa regolazione, all'interno del veicolo, dell'ossigeno, dell'anidride carbonica, del vapore acqueo; bisogna inoltre provvedere gli alimenti, eliminare i rifiuti. Ma certe cose può fare solo l'uomo. Ecco perché lo spazio sarà esplorato da uomini e macchine in stretta collaborazione.

Aurelio Robotti

Il satellite Solar Max, riparato da astronauti americani

All'imponderabilità ci si abitua rapidamente, ma rimangono alcuni problemi sanitari

Assenza di peso, sensazione piacevole

LE imprese spaziali ci hanno abituati a immagini di astronauti levitanti nella cabina del veicolo spaziale come pesci in un acquario. Questo comportamento è la conseguenza dello stato di imponderabilità, cioè di assenza di peso.

Il motivo per il quale, durante la maggior parte di un volo spaziale, gli uomini a bordo sono senza peso è malinteso forse più di ogni altro concetto di astronautica. Cerchiamo allora di chiarire questo fenomeno.

Lo stato di imponderabilità non ha nulla a che vedere con il fatto che il volo si svolge a una distanza dalla Terra tale da non subire più la forza di gravità.

La forza di gravità diminuisce con legge quadratica via via che ci si allontana dalla Terra. Questo significa semplicemente che se la distanza dal centro della Terra raddoppia, la forza di attrazione si riduce a un quarto; se la distanza triplica, l'attrazione si riduce a un nono; se la distanza aumenta dieci volte l'attrazione si riduce a un centesimo, e così via. Con un'espressione matematica si può dire che l'attrazione si riduce a zero solo a distanza infinita dalla Terra.

La maggior parte dei voli orbitali di veicoli con equipaggio umano si svolge ad altitudini sulla superficie della Terra (150-300 chilometri) alle quali l'attrazione terrestre conserva ancora circa il 99 per cento del suo valore al livello del mare. Eppure gli astronauti in volo orbitale a quelle quote pesano esattamente zero.

Il paradosso, generatore di confusione, è in gran parte dovuto a carenza semantica, cioè alla non disponibilità di vocaboli idonei. Sulla Terra noi usiamo indifferentemente i termini *peso* e *gravità* perché in quasi tutte le situazioni terrestri queste due entità intervengono assieme. Ma in realtà esse sono entità differenti e possono esistere indipendentemente l'una dall'altra, cosa che avviene appunto nello spazio. Tuttavia i due fenomeni possono essere distinti anche sulla Terra.

Consideriamo una bilancia da bagno, poggiante su di un pavimento, in corrispondenza di una botola chiusa. Saliamo sulla bilancia: l'ago indica il nostro peso. Supponiamo ora che la botola sulla quale poggia la bilancia si spalanchi improvvisamente, sicché la bilancia e noi su di essa precipitiamo in basso: immediatamente l'ago della bilancia si sposta sullo zero della graduazione. Non è successo nulla alla gravità terrestre, eppure il nostro peso è sparito. Questo avviene perché il peso è una *forza* e noi non possiamo avvertire una forza se non c'è qualcosa che le opponga resistenza.

Questo è il motivo per il quale ci si può sentire senza peso anche in presenza di gravità. Un uomo in orbita intorno a una di quelle stelle nane il cui campo gravitazionale è milioni di volte più intenso di quello della Terra, si sentirebbe anch'esso senza peso.

Viceversa, si può avvertire il peso anche se non vi è gravità: l'*accelerazione*, cioè la *variazione di velocità*, può produrre un effetto identico al peso. (Per consuetudine noi misuriamo le accelerazioni in unità g; così 1 g è la accelerazione di gravità sulla superficie terrestre, che vale 9,81 metri al secondo per ogni secondo (9,81 m/s2); 2 g è un'accelerazione doppia di quella di gravità, e così via).

Supponiamo ora di essere ancora sulla bilancia, in moto nello spazio a distanze immensa da qualsiasi corpo celeste capace di generare attrazione: l'ago della bilancia indica «peso zero». Mettiamo in azione il razzo motore del veicolo sul quale viaggiamo: il veicolo subirà un'accelerazione, il peso tornerà a farsi sentire.

La condizione che permette agli astronauti di fluttuare nella navicella spaziale è spesso fraintesa: vediamo di spiegarne le vere ragioni fisiche - Simulazioni (imperfette) in piscina

In corrispondenza di un'accelerazione di 9,81 metri al secondo per ogni secondo (9,81 m s2) la bilancia ci dirà che abbiamo riacquistato il peso che avevamo sulla Terra, e se non disponessimo di qualche altro strumento che ci dica la verità, non vi sarebbe alcun mezzo capace di informarci che non stiamo sulla superficie della Terra bensì in volo nello spazio. L'assoluta equivalenza del peso dovuto alla gravità e di quello dovuto all'accelerazione è uno dei capisaldi della teoria generale della relatività, formulata da Einstein.

La gravità è una di quelle entità fondamentali che non trovano spiegazione. Semplicemente esiste. Malgrado sforzi immensi, la scienza ha fatto pochi progressi nel comprenderla e nessun progresso per modificarla o controllarla.

Nel diciassettesimo secolo Isaac Newton enunciava la legge di gravitazione universale, che fa cadere le cose tutti gli oggetti cadono con la stessa velocità, indipendentemente dal loro peso. Per tanti anni si ritenne che più un oggetto pesa e più velocemente cade. Galileo dimostrò che — sulla Terra — l'accelerazione prodotta dalla gravità su qualsiasi corpo libero di muoversi vale 9,81 metri al secondo per ogni secondo (9,81 m s2). Ciò significa che, partendo da fermo, un oggetto che cade raggiunge la velocità di 9,81 m. a dopo un secondo, 19,62 m. a dopo 2 secondi, 29,43 m. a dopo 3 secondi e così via.

Per ogni corpo celeste la gravità g assume un valore che dipende dalla massa del corpo stesso. Così, mentre per la Terra g vale 9,81 m s2, per la Luna — g vale 1,63 m. s2.

Sui piccoli asteroidi (del diametro di pochi chilometri) Sole la gravità è così debole che un corpo in libera caduta a malapena si vedrebbe muoversi. Viceversa, sul pianeta gigante Giove la gravità è 2,6 volte quella terrestre.

E' importante tener presente che, sebbene il peso non esista per i corpi in orbita attorno a un astro, la massa o inerzia rimane indipendentemente: mettere in moto un oggetto a bordo di un veicolo spaziale richiede lo stesso sforzo come sulla Terra e richiede altrettanto sforzo per arrestarlo il moto.

L'inerzia intrinseca della materia — cioè la tendenza a mantenersi in moto oppure a rimanere in quiete — è indipendente dalla gravità. Gli astronauti impegnati nelle prime attività extravicolari (in cosiddette «passeggiate nello spazio») trovavano molta difficoltà a controllare i loro movimenti, che continuavano anche dopo che la forza iniziale era stata applicata. Impacciati nelle loro tute a pressione essi trovavano l'attività assai più semplice.

Tutte le condizioni che si incontrano nello spazio sono riproducibili in laboratorio, tranne l'assenza di peso. Sebbene agli inizi la sopportazione dello stato di imponderabilità fosse ritenuta uno dei problemi principali dell'attività spaziale, l'adattamento all'imponderabilità è stato sorprendentemente facile, anche se crea problemi igienici e, a lungo andare, di salute. La maggior parte degli astronauti non soffre l'imponderabilità, anzi, la trova una piacevole sensazione: migliaia di sommozzatori in immersione provano le stesse impressioni.

a. r.

Tutto Scienze **Questa settimana**
ASTRONAUTICA: Come si vive sulla Stazione spaziale sovietica, di Federico Bedarida, dell'Università di Genova / **ASTRONOMIA: Ultime scoperte sulla cometa di Halley**, di Cristiano Batalli Cosmovici, dell'Istituto di fisica dello spazio interplanetario del Cnr e candidato astronauta / **FISICA: La bistabilità ottica**, di Renato Spigler, dell'Università di Padova / **ECOLOGIA: Perché scompaiono i rapaci africani**, di Mario Guerra, direttore del Museo di storia naturale di Bergamo / **MEDICINA: Nuova arma contro il cancro**, di Giovanni Giudice, Università di Palermo

SOME RIGHTS RESERVED